

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-008244

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52

H04B 10/02

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 11-173391

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 18.06.1999

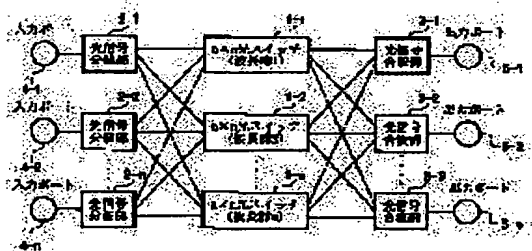
(72)Inventor : JINNO MASAHIKO  
HATTORI KUNINORI

## (54) OPTICAL CROSS CONNECTING DEVICE, OPTICAL WAVELENGTH DIVISION-MULTIPLEXED NETWORK AND OPTICAL WAVELENGTH DIVISION-MULTIPLEXING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase transmission capacity without increasing hardware by branching an inputted wavelength division-multiplexed optical signal into groups of wavelength with plural different wavelength carriers and routing them by optical switches.

SOLUTION: Optical signals from respective input ports 4-1 to 4-n are separated into m-groups of wavelength with different wavelength by every input port 4-1 to 4-n by optical signal branching parts 2-1 to 2-n, m wavelength groups are routed by an optical switch 1-m. In addition, the optical switches 1-1 to 1-m in operation devices decide what inputted optical signal is routed to where. The routed optical signal is optical wavelength division-multiplexed by the optical signal branching parts 3-1 to 3-n and outputted from output ports 5-1 to 5-n. Namely, the routes of the optical signals with the wavelength belonging to the same group of wavelength are set by the same optical switch altogether. Since the optical switches 1-1 to 1-m are shared by the optical signal with the wavelength to constitute the groups of wavelength, the transmission capacity is increased without increase of m-pieces of optical switches.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.05.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-8244

(P2001-8244A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

T 5 K 0 6 9

H 0 4 J 14/00

E

14/02

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-173391

(22) 出願日

平成11年6月18日 (1999.6.18)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 神野 正彦

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 服部 邦典

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

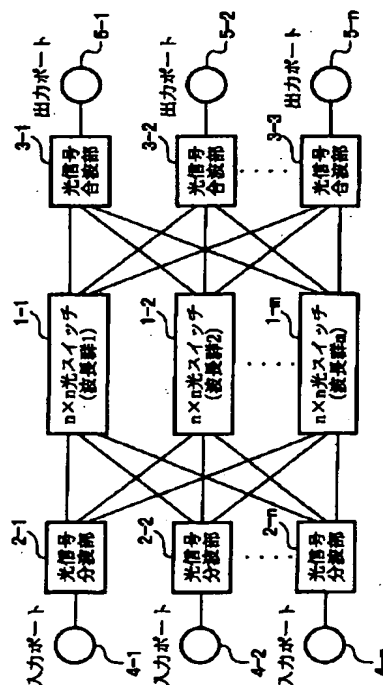
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置、光波長分割多重ネットワーク及び光波長分割多重方法

(57) 【要約】

【課題】 オペレーション装置の負荷を増大させることなく、またハードウェアの規模を大きくすることなく伝送容量を増加させることができる光クロスコネクタ装置を提供する。

【解決手段】 波長分割多重光信号入力ポート毎に配置され、入力された波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群を単位として分波する光信号分波部と、前記光信号分波部によって分波された波長群の光信号を入力し、外部からの指示に基づき該光信号のルーティングを行う光マトリクススイッチと、波長分割多重光信号出力ポート毎に配置され、前記光マトリクススイッチによってルーティングされた複数の波長群の光信号を波長分割多重化して出力する光信号合波部とを備えたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長分割多重光信号入力ポート毎に配置され、入力された波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群を単位として分波する光信号分波部と、

前記光信号分波部によって分波された波長群の光信号を入力し、外部からの指示に基づき該光信号のルーティングを行う光マトリクススイッチと、

波長分割多重光信号出力ポート毎に配置され、前記光マトリクススイッチによってルーティングされた複数の波長群の光信号を波長分割多重化して出力する光信号合波部と、

を備えたことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項2】 波長分割多重光信号入力ポート毎に配置され、入力された波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群を単位として分波する光信号分波部と、

前記光信号分波部毎に配置され、前記光信号分波部によって分波された波長群の光信号を入力し、外部からの指示に基づき該光信号のルーティングを行うデリバリ・カップリングスイッチと、

波長分割多重光信号出力ポート毎に配置され、前記デリバリ・カップリングスイッチによってルーティングされた複数の波長群の光信号を波長分割多重化して出力するカプラと、

を備えたことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項3】 前記光信号分波部は、波長群分波器を含んで構成されることを特徴とする請求項1または2に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項4】 前記光信号分波部は、波長群に分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理部をさらに備えたことを特徴とする請求項3に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項5】 前記光信号合波部は、波長群合波器を含んで構成されることを特徴とする請求項1、3、4のいずれかに記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項6】 前記光信号合波部は、波長群の光信号に対して光信号処理を施す光信号処理部をさらに備えたことを特徴とする請求項5に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項7】 前記光信号処理部は、波長分割多重された波長群の光信号を各波長の光信号に分波する光分波器と、

前記分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理回路と、

光信号処理された複数の光信号を合波して出力する光合波器と、

からなることを特徴とする請求項4または6に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項8】 前記光信号分波部は、

波長分割多重された光信号を全ての波長毎に分波する光分波器と、

前記光分波器によって分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理回路と、

前記光信号処理回路によって光信号処理を施された複数の光信号を合波して出力する光合波器と、

を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項9】 前記光信号処理回路は、入力された光信号に対して、識別再生処理を施す識別再生回路、波形整形処理を施す波形整形回路及び波長変換処理を施す波長変換回路のうち、これらの少なくとも1つの回路から構成されることを特徴とする請求項7または8に記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項10】 前記波長群は、隣接した波長のキャリアで構成されることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項11】 前記波長群は、インターリーブされた波長のキャリアで構成されることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項12】 請求項1ないし11のいずれかに記載の光クロスコネクタ装置を複数配置し、これらの光クロスコネクタ装置間を光ファイバで結合してなる光波長分割多重ネットワーク。

【請求項13】 複数の光クロスコネクタ装置を経由して伝送装置間に光信号を伝送させる波長分割多重方法であって、

前記波長分割多重方法は、

入力された複数の波長からなる波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群に分波する波長群分波処理と、

前記波長群分波処理によって分波された波長群を外部からの指示に基づきルーティングを行うルーティング処理と、

前記ルーティング処理によってルーティングされた波長群を合波して出力する波長群合波処理と、

を有することを特徴とする波長分割多重方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信において波長分割多重を用いた光クロスコネクタ装置、光波長分割多重ネットワーク及び光波長分割多重方法に係わり、特に大容量化を図ることができる技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図10は従来技術による光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。この図において、符号1-1は、入力と出力がそれぞれn個であるn×n光マトリクススイッチ（以下、光スイッチと称す

る)であり、 $m$ 個配置されている。この $m$ は自然数であり、多重化に用いられる波長の数と同数である。この光スイッチは、外部からのオペレーション信号によって、入力光端子に入力された入力信号を任意の出力光端子へ出力することができるものである。符号 $2'-1$ は、1本の伝送路に多重された波長の異なる複数の光信号を分離する光分波器であり、 $n$ 個配置されている。この $n$ は自然数であり、光クロスコネクタ装置に接続される入力伝送路の数と同数である。この光分波器 $2'$ によって分離されたそれぞれの光信号は、予め決められた光スイッチ $1$ に入力される。

【0003】図10に示す例では、光分波器 $2'-1$ によって分離された波長1の光信号は、光スイッチ $1-1$ へ入力される。同様に、波長2の光信号は、光スイッチ $1-2$ へ入力され、波長 $m$ は光スイッチ $1-m$ へ入力される。さらに、光分波器 $2'-2$ 、...、光分波器 $2'-n$ も同様に波長毎に光スイッチ $1-1$ ~ $1-m$ へ入力される。符号 $3'-1$ は、波長の異なる複数の光信号を1本の伝送路に多重化する光合波器であり、 $n$ 個配置されている。この $n$ は、光クロスコネクタ装置に接続される出力伝送路の数と同一の値である。符号 $4-1$ は、入力ポートであり、光分波器 $2'$ のそれぞれに接続されており、光分波器 $2'$ と同数だけ配置されている。符号 $5-1$ は、出力ポートであり、光合波器 $3'$ のそれぞれに接続されており、光合波器 $3'$ と同数だけ配置されている。

【0004】次に、図10に示す光クロスコネクタ装置の動作を説明する。互いに異なる波長1、波長2、...、波長 $m$ を用い光波長分割多重された光信号は、入力ポート $4-1$ ~ $n$ のそれぞれから入力され、光分波器 $2'$ により波長毎に空間的に分離された後、波長毎に予め決められた光スイッチ $1-1$ ~ $1-m$ へ導かれる。各光信号は、光スイッチ $1-1$ ~ $1-m$ により設定されたその光信号に固有の経路を通過した後、光合波器 $3'-1$ ~ $n$ により、再び光波長分割多重されてそれぞれの出力ポート $5-1$ ~ $n$ から出力される。

【0005】次に、光クロスコネクタ装置を用いた光波長分割多重ネットワークについて説明する。図11は光波長分割多重ネットワークの構成を示すブロック図である。この図において、符号A、Bは伝送装置であり、符号Cは、光クロスコネクタ装置を制御するオペレーション装置である。符号d、e、f、g、h、iは、光クロスコネクタ装置である。図11に示す光波長分割多重ネットワークは、図10に示す光クロスコネクタ装置d、e、f、g、h、iが、複数の光ファイバ伝送路により結ばれて、ネットワークを構成している。ネットワークの形状は図11に示すメッシュ状だけでなく、リング状、バス状、スター状を用いることができるが、ここでは説明を簡単にするため、メッシュ状のネットワークを用いて説明する。

【0006】オペレーション装置Cは、光クロスコネクタ装置d、e、f、g、h、iのそれぞれに対して、入力ポートから入力された光信号をどの出力ポートへルーティングするかを、光クロスコネクタ装置d、e、f、g、h、iのそれぞれに備えられた光スイッチを切り換えることによって決定する。

【0007】例えば、伝送装置Aと伝送装置Bとの間は、波長1を持つ光信号で、光クロスコネクタ装置d、g、h、iを経由して結ばれている。一方、伝送装置Aと図示しない他の伝送装置とは、波長2を持つ光信号を用いて、途中いずれかの光クロスコネクタ装置を経由して結ばれている。このとき、波長1と波長2を共有する伝送路は、波長1の光信号と波長2の光信号が光波長分割多重されて伝送されているため、2本の伝送路を必要としない。したがって、使用する波長の数を増やして波長分割多重化を行えば、1本の伝送路のみで複数の信号を伝送することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図10に示す光クロスコネクタ装置を構成する光スイッチ $1-1$ ~ $1-m$ の数は、その光クロスコネクタ装置が処理する波長の数 $m$ だけ必要となる。光ファイバの低損失波長領域は1450 [nm]から1650 [nm]の200 [nm] (光周波数で表わすと25 [THz])にも及ぶ。例えば、このうち現時点で良質な光増幅器が入手可能な1530 [nm]から1610 [nm]の80 [nm]の波長範囲に限っても、ビットレート2.5 [Gb/s]の互いに波長 (光周波数) が異なる光信号を25 [GHz] 間隔で512波長程度、配置することは可能である。このような場合、光スイッチが512個必要となる。また、入力ポートの数を8とすると、光分波器 $2'$ 、光スイッチ $1$ 及び光合波器 $3'$ を結ぶ信号線の本数は8192本 ( $2 \times 8 \text{本} \times 512 \text{波長}$ ) だけ必要となり、非常に大きな規模のハードウェアが必要になる。

【0009】一方、データ通信サービスの需要の拡大により、エンド・エンドのトラフィックはこれまでのSTM-1 (150 [Mb/s])あるいはSTM-4 (600 [Mb/s])から、STM-16 (2.4 [Gb/s])、STM-64 (10 [Gb/s])あるいはそれ以上まで増大しつつある。ところが、一般に、ビットレートが高くなればなるほど、再生中継が必要となる伝送距離は短くなる。これは、波長分散や偏波モード分散により制限される伝送距離がビットレートの逆数の2乗に比例して短くなるためである。このため10 [Gb/s]ないし40 [Gb/s]を越えるエンド・エンドのトラフィックは異なる波長を持つ複数の光信号によって運ぶことが、伝送特性の面から有利になる。

【0010】このような超大容量光波長分割多重ネットワークでは、1つの波長の光信号によって運べる容量よりも大きなトラフィックがある対地間においては、この

エンド・エンドのトラフィックは互いに波長が異なる複数の光信号によって運ばれる。途中の中継点となる光クロスコネクタ装置において、同一入力ポートから同一出力ポートへルーティングされる複数の光信号は、同一経路であるにもかかわらず、別々の光スイッチにより個別に経路設定が行われる。

【0011】このため、伝送装置Aと伝送装置Bとの間の伝送容量を増やすには、これらの伝送装置A、Bの間の中継点となり得る光クロスコネクタ装置に備えられている光スイッチの数を伝送に用いられる波長の数に比例して増設しなければならないという問題がある。これは、結果的にハードウェアが大きくなるとともにオペレーション装置Cの負荷が増大するという問題がある。

【0012】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、オペレーション装置の負荷を増大させることなく、またハードウェアの規模を大きくすることなく伝送容量を増加させることができる光クロスコネクタ装置、光波長分割多重ネットワーク及び光波長分割多重方法装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、波長分割多重光信号入力ポート毎に配置され、入力された波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群を単位として分波する光信号分波部と、前記光信号分波部によって分波された波長群の光信号を入力し、外部からの指示に基づき該光信号のルーティングを行う光マトリクススイッチと、波長分割多重光信号出力ポート毎に配置され、前記光マトリクススイッチによってルーティングされた複数の波長群の光信号を波長分割多重化して出力する光信号合波部とを備えたことを特徴とする。

【0014】請求項2に記載の発明は、波長分割多重光信号入力ポート毎に配置され、入力された波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群を単位として分波する光信号分波部と、前記光信号分波部毎に配置され、前記光信号分波部によって分波された波長群の光信号を入力し、外部からの指示に基づき該光信号のルーティングを行うデリバリ・カップリングスイッチと、波長分割多重光信号出力ポート毎に配置され、前記デリバリ・カップリングスイッチによってルーティングされた複数の波長群の光信号を波長分割多重化して出力するカプラとを備えたことを特徴とする。

【0015】請求項3に記載の発明は、前記光信号分波部は、波長群分波器を含んで構成されることを特徴とする。

【0016】請求項4に記載の発明は、前記光信号分波部は、波長群に分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理部をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】請求項5に記載の発明は、前記光信号合波部は、波長群合波器を含んで構成されることを特徴とする。

る。

【0018】請求項6に記載の発明は、前記光信号合波部は、波長群の光信号に対して光信号処理を施す光信号処理部をさらに備えたことを特徴とする。

【0019】請求項7に記載の発明は、前記光信号処理部は、波長分割多重された波長群の光信号を各波長の光信号に分波する光分波器と、前記分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理回路と、光信号処理された複数の光信号を合波して出力する光合波器とからなることを特徴とする。

【0020】請求項8に記載の発明は、前記光信号分波部は、波長分割多重された光信号を全ての波長毎に分波する光分波器と、前記光分波器によって分波された光信号に対して光信号処理を施す光信号処理回路と、前記光信号処理回路によって光信号処理を施された複数の光信号を合波して出力する光合波器とを備えたことを特徴とする。

【0021】請求項9に記載の発明は、前記光信号処理回路は、入力された光信号に対して、識別再生処理を施す識別再生回路、波形整形処理を施す波形整形回路及び波長変換処理を施す波長変換回路のうち、これらの少なくとも1つの回路から構成されることを特徴とする。

【0022】請求項10に記載の発明は、前記波長群は、隣接した波長のキャリアで構成されることを特徴とする。

【0023】請求項11に記載の発明は、前記波長群は、インターリーブされた波長のキャリアで構成されることを特徴とする。

【0024】請求項12に記載の発明は、請求項1ないし11のいずれかに記載の光クロスコネクタ装置を複数配置し、これらの光クロスコネクタ装置間を光ファイバで結合したことを特徴とする。

【0025】請求項13に記載の発明は、複数の光クロスコネクタ装置を経由して伝送装置間に光信号を伝送させる波長分割多重方法であって、前記波長分割多重方法は、入力された複数の波長からなる波長分割多重光信号を異なる波長のキャリアを複数有する波長群に分波する波長群分波処理と、前記波長群分波処理によって分波された波長群を外部からの指示に基づきルーティングを行うルーティング処理と、前記ルーティング処理によってルーティングされた波長群を合波して出力する波長群合波処理とを有することを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による光クロスコネクタ装置及び光波長分割多重ネットワークを図面を参照して説明する。

<第1の実施形態>図1は同実施形態における光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。この図において、図10に示す従来の装置と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。この図に示す装置

が従来の装置と異なる点は、光分波器 $2'-1\sim n$ に換えて光信号分波部 $2-1\sim n$ を設け、光合波器 $3'-1\sim n$ に換えて光信号合波部 $3-1\sim n$ が設けられている点である。

【0027】また、光スイッチ $1-1\sim m$ には、クロスバースイッチ、Benesスイッチ、spanke-Benesスイッチ、Spankeスイッチ等が用いられている。 $n\times n$ 光マトリクススイッチを $m$ 個配置することによって、後述する $nm\times nm$ 光マトリクススイッチを用いる場合と比較して、構成する回路を簡単にすることができる。

【0028】ここで、光信号分波部 $2-1\sim n$ 及び光信号合波部 $3-1\sim n$ について説明する。光信号分波部 $2-1\sim n$ は、入力された波長分割多重の光信号を多重化されている全ての波長毎に光信号を分離するのではなく、複数の波長を波長群として分離する。ここでいう波長群とは、図8に示すように4つの異なる波長を1つの波長群とするものであり、この例では、 $m$ 個の波長群を表している。この $m$ は、前述したように光スイッチ $1-1\sim m$ の数と同数になる。なお、図8においては、4つの異なる波長を1つの波長群としたが、それぞれの波長群を構成する波長の数は、光クロスコネクタ装置の用途に応じて、任意に決定すればよい。

【0029】また、光信号分波部 $2-1\sim n$ には、誘電体多層膜フィルタ、ファイバグレーティング、マッハテング干渉計、回折格子等、Arrayed Waveguide Grating (AWG) の光フィルタを利用することができる。また、光信号合波部 $3-1\sim n$ には、これらの光フィルタに加え、光カプラも用いることができる。

【0030】次に、具体例を挙げて波長群について説明する。図8に示す例は、1つの波長群に属する光信号の波長が隣接するようにした例である。これは、各入力ポートから波長分割多重された光信号が、波長（光周波数）軸上に一塊りになるように波長群が構成されている。このようにすることによって、実際には、 $4\times m$ 個の波長によって波長分割多重されている光信号を、図1に示す光クロスコネクタ装置においては、見かけ上 $m$ 個の光信号によって波長分割多重されているものと見なすことができる。

【0031】これにより、同一の波長群に属する光信号は、ほぼ等しい波長分散、伝送損失、光増幅利得を受けることになるので、容易にシステム設計を行うことができる。このとき光信号分波部に用いられる波長群分波器には、平坦できれのよいものを用いればよい。

【0032】また、図9に示す例は、周期的に光周波数上に配置され、異なる波長群に属する光信号は光周波数上でインターリーブされている。各入力ポートから入力される1から $m$ までの $m$ 個の波長群のうち、 $N$ を整数、 $\Delta f$ を最小光周波数間隔、 $f_0$ を中心光周波数とする

と、 $i$ 番目の波長群に属する光信号の光周波数は、 $f_0 + \Delta f(Nm + i - 1)$ を満足する。図9においては、 $m$ が4、 $N$ は零もしくは自然数の場合について記している。

【0033】このような光周波数配置をとることにより、図7に示すような周期的なフィルタ特性を持つ光分波器を用いて、クロストーク特性の良好な光信号分波部 $2-1\sim n$ 及び光信号合波部 $3-1\sim n$ に用いられる波長群分波器、波長群合波器を容易に実現することができる。図7(a)は周回性をもつArrayed Waveguide Grating (AWG)を用いた例、図7(b)はマッハテング(MZ)フィルタを用いた例である。

【0034】次に、図1に示す光クロスコネクタ装置の動作を説明する。まず、各入力ポート $4-1\sim n$ から入力される光信号を、光信号分波部 $2-1\sim n$ により、各入力ポート $4-1\sim n$ 毎に互いに波長が異なる複数の波長の光信号からなる $m$ 個の波長群に空間的に分離する。この分離された波長群は、波長群毎に設けられた光スイッチ $1-1\sim m$ によって、決められた出力ポートへ出力するためのルーティングが行われる。

【0035】この例においては、波長群1は光スイッチ $1-1$ によってルーティングが行われ、波長群2は光スイッチ $1-2$ によってルーティングが行われ、...、波長群 $m$ は光スイッチ $1-m$ によってルーティングが行われる。また、光スイッチ $1-1\sim m$ はオペレーション装置Cによって、どの入力光信号をどこへルーティングするかが決定される。

【0036】光スイッチ $1-1\sim m$ によって、ルーティングされた光信号は、光信号合波部 $3-1\sim n$ により再び光波長分割多重化され、出力ポート $5-1\sim n$ から出力される。

【0037】次に、図11を参照して、図1に示す光クロスコネクタ装置を用いた光波長分割多重ネットワークの動作を説明する。伝送装置Aと伝送装置Bのトラフィックは、光クロスコネクタ装置d、g、h、iを経由して、波長群1に属する波長1と波長2を持つ2つの光信号により結ばれる。波長クロスコネクタ装置d、g、h、iでは、波長群1に属する波長1と波長2を持つ2つの光信号は一括して、同一の光スイッチにより設定された同一の経路を通過することによってルーティングされる。

【0038】同様に伝送装置Aと図示しない伝送装置とのトラフィックは、途中の光クロスコネクタ装置を経由して、波長群2に属する波長3と波長4を持つ2つの光信号により結ばれる。途中経由する光クロスコネクタ装置においては、波長群2に属する波長3と波長4を持つ2つの光信号は一括して、同一の光スイッチにより設定された同一の経路を通過する。

【0039】すなわち、同一の波長群に属する波長の光

信号は、一括して同一の光スイッチによって経路設定される。このように、波長群を構成する波長の光信号は光スイッチ1-1~mを共用するようにしたため、m個の光スイッチを増設することなく、伝送容量を増やすことができる。また、光スイッチ1-1~mに接続される信号線の数も増やすことなく伝送容量を増やすことができる。さらに、伝送容量を増やしても光スイッチ1-1~mの構成は変化しないため、オペレーション装置Cの負荷も増大することはない。また、光スイッチは、超広帯域の特性を有しているために新たな光スイッチを用いる必要もない。

【0040】<第2の実施形態>次に、図1、4を参照して、第2の実施形態を説明する。第2の実施形態における光クロスコネクタ装置は、光信号分波部2-1内に光信号の処理回路を設けたものである。図4は、図1に示す光信号分波部2-1の構成を示すブロック図である。光信号分波部2-2~nについても図4に示す構成と同一である。図4において、符号2aは、先に説明した波長群分波器であり、波長分割多重された光信号を全ての波長に分離するのではなく、複数の波長を波長群として分離するものである。符号7は、入力された波長分割多重の光信号を波長毎に分離する光分波器であり、波長群として分離された光信号をさらに波長毎に分離するものである。符号8は、波長毎に分離された光信号を再び合波する光合波器である。

【0041】符号9は、光分波器7によって分離された波長毎に配置された光信号処理回路であり、以下に示す第1~3の処理回路のいずれかまたは組み合わせで構成される。光信号処理回路9の第1の処理回路は、波長毎に分離された光信号に対して、識別再生処理を施す識別再生回路である。第2の処理回路は、波長毎に分離された光信号に対して、波形整形処理を施す波形整形回路である。第3の処理回路は、波長毎に分離された光信号に対して、波長変換処理を施す波長変換回路である。なお、各請求項における光信号処理部とは、光分波器7と光信号処理回路9と光合波器8によって構成される処理回路のことである。

【0042】識別再生回路及び波形整形回路は、光信号対雑音比の回復、波形とタイミングを整えるものである。また、波長変換回路は、波長毎に分離された光信号の波長を他の波長に変えることによって、光クロスコネクタ装置が接続されて構築されるネットワーク全体に必要な波長群の数を抑制するものである。例えば、出力ポート5-1に伝送路によって接続されている他の光クロスコネクタ装置において既に使用されている波長の光信号とは異なる波長の光信号を出力しなければならない場合等に用いられる。

【0043】この第1~3の処理回路を、波長毎に個別の処理を導入しても、光スイッチの共有化の効果は依然としてあるので、これにより本発明の効果が損なわれる

ものではない。また、これらの処理回路は、一度電気信号に変換し電子回路にて処理を行う方法、または光非線形効果を利用して、光領域で処理を行う方法のいずれを採用してもよい。

【0044】<第3の実施形態>次に、図1、5を参照して、第3の実施形態を説明する。第2の実施形態における光クロスコネクタ装置は、光信号分波部2-1内に光信号の処理回路を設けたものであるが、第3の実施形態における光信号分波部2-1は、波長群分波器2aを用いない実施形態である。図5は、図1に示す光信号分波部2-1の構成を示すブロック図である。光信号分波部2-2~nについても図5に示す構成と同一である。図5において、符号7は、入力された波長分割多重の光信号を波長毎に分離する光分波器であるが、光分波器7は入力ポートから入力された波長分割多重の光信号を全ての波長毎に分離するものである。符号8は、波長毎に分離された光信号を再び合波して波長群の光信号を出力する光合波器である。

【0045】符号9は、第2の実施形態において説明した光信号処理回路9と同一であり、識別再生回路、波形整形回路、波長変換回路のいずれかまたは組み合わせで構成される。

【0046】このように、光信号分波部2-1~nを、入力ポートから入力された波長分割多重の光信号を直接個別の波長毎に分離する光分波器7と光信号処理回路9と光合波器8のみによって構成したため、波長群分波器2aが不要となり、部品点数を削減することができ

る。【0047】<第4の実施形態>次に、図1、6を参照して、第4の実施形態を説明する。第4の実施形態における光クロスコネクタ装置は、光信号合波部3-1内に光信号の処理回路を設けたものである。図6は、図1に示す光信号合波部3-1の構成を示すブロック図である。光信号合波部3-2~nについても図6に示す構成と同一である。図6において、符号3aは、先に説明した波長群合波器であり、波長分割多重された波長群の光信号を合波するものである。符号7は、入力された波長分割多重の光信号を各波長毎に分離する光分波器であり、波長群として入力された光信号をさらに波長毎に分離するものである。符号8は、波長毎に分離された光信号を再び合波する光合波器である。

【0048】符号9は、第2の実施形態において説明した光信号処理回路9と同一であり、識別再生回路、波形整形回路、波長変換回路のいずれかまたは組み合わせで構成される。

【0049】このように、光スイッチ1-1~nの後に光信号処理回路9を設けることによって、光スイッチ1-1~nを通過することによる光信号の伝送劣化を回復することができる。

【0050】<第5の実施形態>次に、図2を参照し



て、第5の実施形態を説明する。図2に示す光クロスコネクタ装置が、図1に示す光クロスコネクタ装置と異なる点は、 $n \times n$ 光マトリクススイッチ1-1~ $n$ を $nm \times nm$ 光マトリクススイッチ1aに置き換えた点である。この $nm \times nm$ 光マトリクススイッチ（以下、光スイッチ1aと称する）1aは、入力端子が $n \times m$ 個であり、出力端子が $n \times m$ 個である光スイッチである。すなわち、入力ポートの数 $n$ と波長分割多重に用いられる波長の数 $m$ を乗算した数だけ入出力端子を有するものである。また、この光スイッチ1aは、任意の入力端子から入力された光信号を任意の出力端子へ出力できるものであり、オペレーション装置Cからのオペレーション信号に基づいて、ルーティングされる。

【0051】 $nm \times nm$ 光マトリクススイッチは、前述した $n \times n$ 光マトリクススイッチを $m$ 個設ける構成と比較して、ルーティングの自由度が優れている。

【0052】本実施形態における光信号分波部2-1~ $n$ も前述したように、波長分割多重の光信号を波長群に分離するだけでなく、図4、5に示す光信号分波部2-1~ $n$ の構成を適用することができる。したがって、図2に示す光クロスコネクタ装置においても、識別再生処理、波形整形処理及び波長変換処理を施すことができる。特に、波長変換回路と光スイッチ1aとを組み合わせることによって、ルーティングの自由度をさらに向上することができる。これは、出力先で用いられている波長に基づいて、この波長とは異なる波長に変換して出力することができるため、出力先の波長によって制限を受けないためである。

【0053】また、光信号合波部3-1~ $n$ についても、図6に示す光信号合波部3-1~ $n$ の構成を適用することができる。

【0054】＜第6の実施形態＞次に、図3を参照して、第6の実施形態を説明する。図3に示す光クロスコネクタ装置が、図1、2に示す光クロスコネクタ装置と異なる点は、光スイッチ1-1~ $n$ 、1aと光信号合波部3-1~ $n$ を、 $m \times n$ デリバリ&カップリングスイッチ1b-1~ $n$ とカプラ6-1~ $n$ に置き換えた点である。この $m \times n$ デリバリ&カップリングスイッチ1b-1~ $n$ は、入力端子を波長の数と同数である $m$ 個有し、出力端子を出力ポートの数と同数である $n$ 個有しているスイッチである。

【0055】 $m \times n$ デリバリ&カップリングスイッチ1b-1~ $n$ は、 $nm \times nm$ 光マトリクススイッチ1aと比較して、ハードウェアの規模を小さくすることができ、さらに各入出力ポート単位の拡張性に優れている。なお、デリバリ&カップリングスイッチについては、文献「A new optical path crossconnect system architecture utilizing delivery and coupling matrix switch, S. Okamoto, A. Watanabe, and K. Sato, IEICE Trans. Commun. E77-B, pp. 1272-1274, 1994」に詳述されている。

【0056】本実施形態における光信号分波部2-1~ $n$ も前述したように、波長分割多重の光信号を波長群に分離するだけでなく、図4、5に示す光信号分波部2-1~ $n$ の構成を適用することができる。したがって、図3に示す光クロスコネクタ装置においても、識別再生処理、波形整形処理及び波長変換処理を施すことができる。

【0057】また、以上の説明は、光クロスコネクタ装置について説明したが、光クロスコネクタ装置の特殊形態である波長分岐挿入装置（局内入出力ポートを除いて入力ポート数が1、出力ポート数が1）についても、前述した光クロスコネクタ装置の構成を適用することが可能である。

【0058】また、図1、2に示す光クロスコネクタ装置は、入力ポートと出力ポートの数が同じである例を示したが、必ずしも入力ポートと出力ポートの数は一致している必要はない。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、入力された波長分割多重光信号を異なる波長キャリアを複数有する波長群を単位として分波する波長群分波器によって、光信号を波長群として光スイッチによってルーティングするようにしたため、ハードウェアを増設することなしに伝送容量を増大させることができるという効果が得られる。

【0060】また、請求項2に記載の発明によれば、デリバリ・カップリングスイッチを用いたため、ハードウェアの規模を小さくすることができるという効果も得られる。

【0061】また、請求項3に記載の発明によれば、光信号分波部を波長群分波器を含む構成としたため、容易に波長群の光信号の分波を行うことができるという効果が得られる。

【0062】また、請求項4に記載の発明によれば、光信号分波部内に光信号処理部を設けたため、光クロスコネクタ装置内のスイッチに対して光信号を入力する前に、光信号に対して伝送劣化を回復することができるという効果が得られる。

【0063】また、請求項5に記載の発明によれば、光信号合波部を波長群合波器を含む構成としたため、容易に波長群の光信号の合波を行うことができるという効果が得られる。

【0064】また、請求項6に記載の発明によれば、光信号合波部内に光信号処理部を設けたため、光クロスコネクタ装置内のスイッチを通過することによる光信号の劣化を回復することができるという効果が得られる。

【0065】また、請求項7に記載の発明によれば、光信号処理部を光分波器、光信号処理回路及び光合波器によって構成したため、波長群を構成する波長毎に信号処理を施すことができるという効果が得られる。

【0066】また、請求項8に記載の発明によれば、光信号分波部を波長群分波器を用いない構成としたため、構成する部品を削減することができるという効果が得られる。

【0067】また、請求項9に記載の発明によれば、光信号処理回路を識別再生回路を含む構成としたため、入力された光信号の光信号対雑音比を回復することができるという効果が得られる。また、光信号処理回路を波形整形回路を含む構成としたため、入力された光信号の波形とタイミングを整えることができるという効果が得られる。さらに光信号処理回路を波長変換回路を含む構成としたため、光クロスコネクタ装置の出力先である他の光クロスコネクタ装置が使用する波長に応じて出力する光信号の波長を任意に変更することができ、出力先の決定時に制限を受けないという効果も得られる。

【0068】また、請求項10に記載の発明によれば、波長群を隣接した波長のキャリアで構成するようにしたため、同一の波長群に属する光信号は、ほぼ等しい波長分散、伝送損失、光増幅利得を受けることになるので、容易にシステム設計を行うことができるという効果が得られる。

【0069】また、請求項11に記載の発明によれば、波長群をインターリーブされた波長のキャリアで構成するようにしたため、クロストーク特性の良好な波長群分波器及び波長群合波器を周期的なフィルタ特性を持つ光分波器を用いて、容易に実現することができるという効果が得られる。

【0070】また、請求項12に記載の発明によれば、伝送容量の増大に応じて、ハードウェアを増設する必要がないという効果が得られる。また、ネットワークを構成する光クロスコネクタ装置に対するオペレーションの負荷を増大させることなく伝送容量を増やすことができるという効果も得られる。

【0071】また、請求項13に記載の発明によれば、ネットワークを構成するハードウェアを増設することなく伝送容量を増大させることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図7】波長群分波器及び波長群合波器の構成の一例を示す図である。

【図8】波長群を説明する説明図である。

【図9】波長群を説明する説明図である。

【図10】従来技術による光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図11】光波長分割多重ネットワークの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1-1~m...n×n光スイッチ(n×n光マトリクススイッチ)、

1a...nm×nm光スイッチ(nm×nm光マトリクススイッチ)、

1b-1~n...m×nデリバリ&カップリングスイッチ、

2-1~n...光信号分波部、

2'-1~n...光分波器、

2a...波長群分波器、

3-1~n...光信号合波器、

3'-1~n...光合波器、

3a...波長群合波器、

4-1~n...入力ポート、

5-1~n...出力ポート、

6-1~n...カプラ、

7...光分波器、

8...光合波器、

9...光信号処理回路、

A、B...伝送装置、

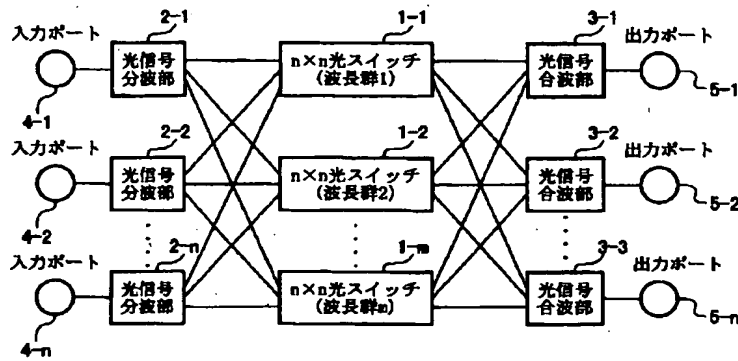
C...オペレーション装置、

d、e、f、g、h、i...光クロスコネクタ装置。

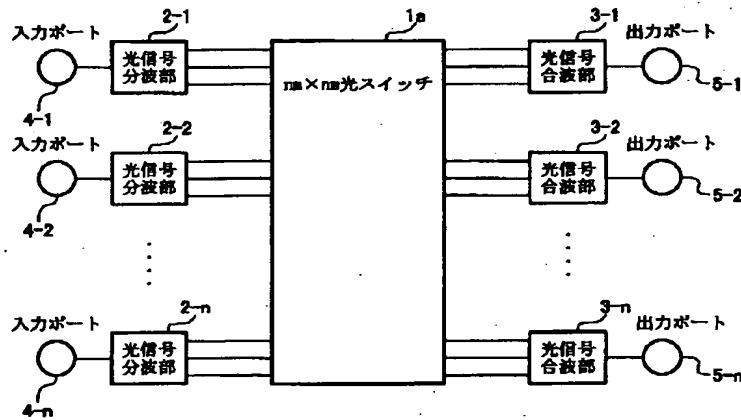
【図8】



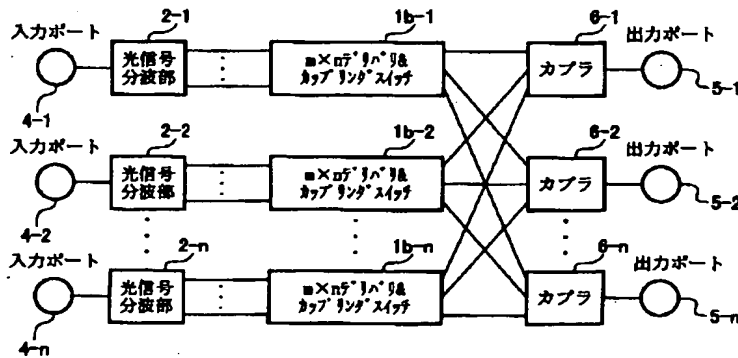
【図1】



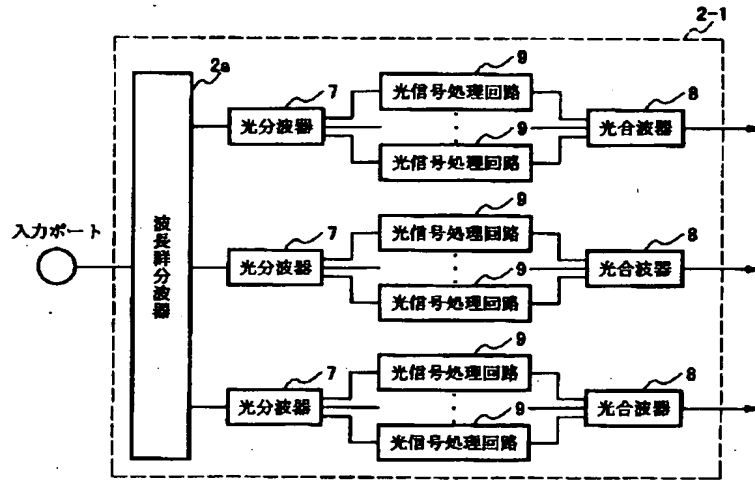
【図2】



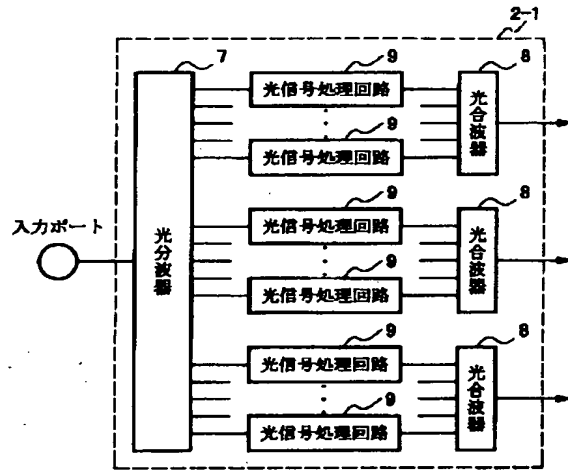
【図3】



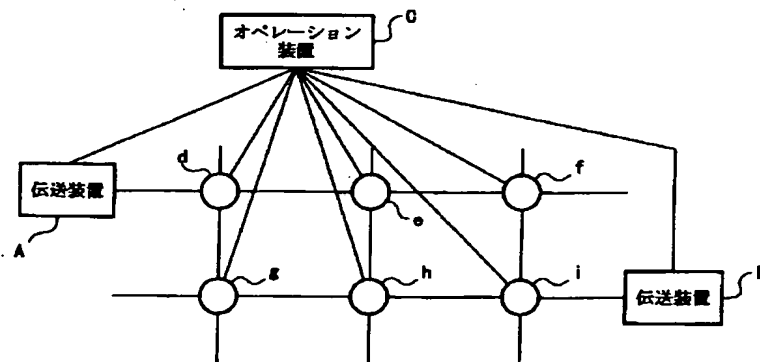
【図4】



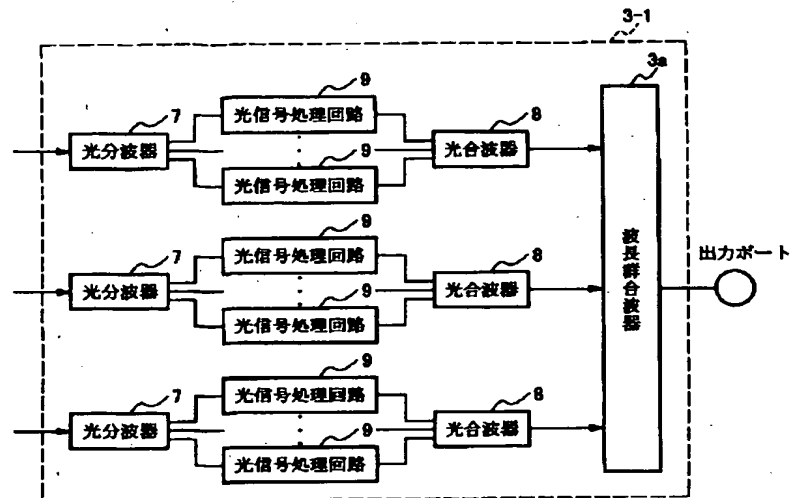
【図5】



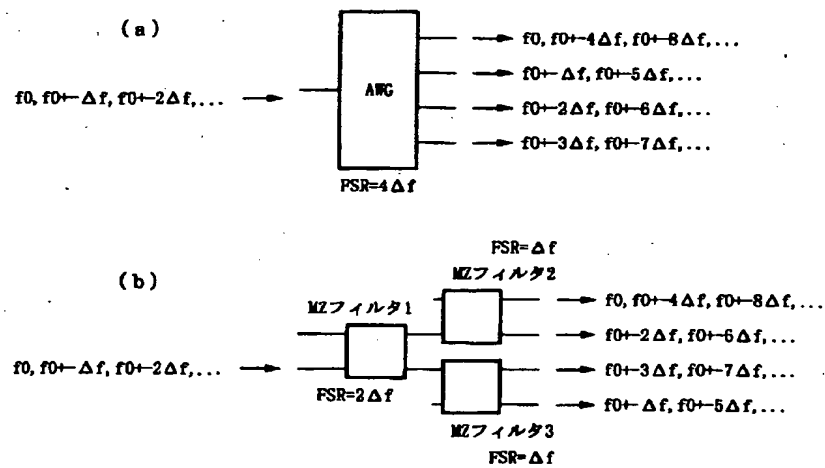
【図11】



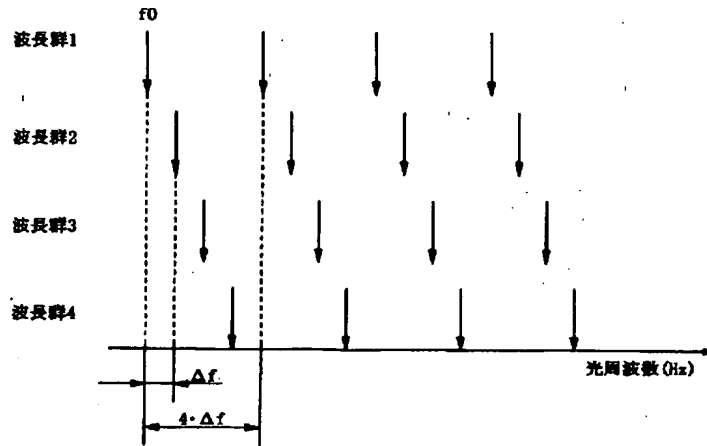
【図6】



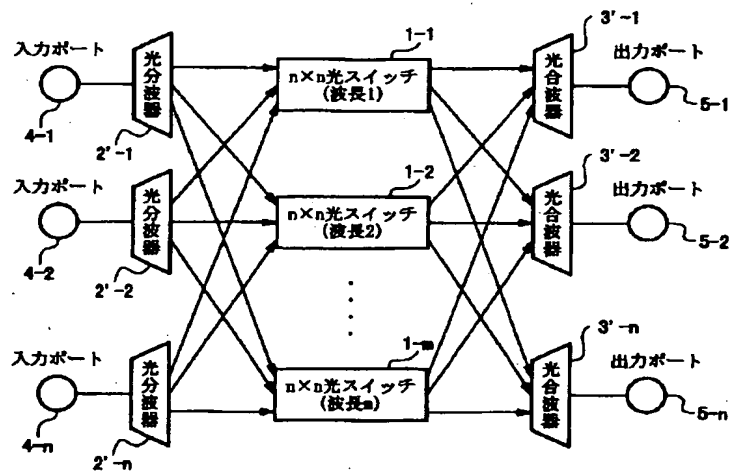
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K002 BA05 BA06 CA12 DA02 DA13

FA01

5K069 BA09 CB04 CB10 DB07 DB33

EA24